

Dr. BENDE SÁNDOR főiskolai adjunktus :

A PONTY AGYIDEGEI

I. rész :

BRANCHIALIS IDEGEK

S. Th. Soemmering 1778-ban megjelent „De basi encephali et originibus nervorum cranis” c. híres munkájában az ember agyvelejének 12 idegét írta le. A magasabbrendű gerinceseknél Soemmering alapján szintén 12 agyideget különítünk el, habár bizonyos eltérések mutatkoznak az ember és az *Amnioták* agyidegei között. Egészen lényeges különbséget tapasztalunk ilyen szempontból a halaknál.

A *Galeus canis* vizsgálata közben, 1878-ban fedezte fel G. Fritsch azt az új ideget, melyet L o c k y később *N. terminálisnak* nevezett el.

M. Fürbringer 1896-ban kimutatta, hogy az ember XII. agyidegének (*N. hypoglossus*) megfelelő ideg a halaknál a koponyán kívül ered s mind morfológiai, mind funkcionális tekintetben a gerincvelőidegekkel van szoros kapcsolatban. Vagyis a halaknak *nervus hypoglossus*a nincsen.

A *nervus accessorius*, ahogyan azt Willis (1664), majd később Gegenbaur (1871) megállapította, az alacsonyabbrendű gerinceseknél csupán a vagus része. A magasabbrendűeknél válik többé-kevésbé önálló ideggé, amelyeknél a *musculus trapezoideus*-t látja el motorikus ágakkal. Mivel a csontoshalaknak és a vérteshalaknak *musculus trapezoideus*a nincs, hiányzik a *nervus accessorius* is.

Az elmondottakat figyelembe véve, a pontynak a következő agyidegei vannak: 1. *N. terminalis*, 2. *N. olfactorius*, 3. *N. opticus*, 4. *N. oculomotorius*, 5. *N. trochlearis*, 6. *N. trigeminus*, 7. *N. abducens*, 8. *N. facialis*, 9. *N. statoacusticus*, 10. *N. glossopharyngeus*, 11. *N. vagus*.

A felsorolt agyidegeket megegyező funkciójuk, fejlődési hasonlóságuk s módszertani szempontok alapján különbözőképpen csoportosítják. Gegenbaur, Fürbringer és mások tisztán érző-idegeket (*n. opticus*, *n. olfactorius*) és gerincvelőideg eredetű agyidegeket különböztetnek meg. — Ezen utóbbiakat ismét: I. *Trigeminus* csoportra (1. szemidegek: *oculomotorius*, *trochlearis*, *abducens*, 2. *trigeminus*, 3. *facialis*, 4. *acusticus*) és II. *Vagus* csoportra (1. *glossopharyngeus*, 2. *vagus*, 3. *oldalvonalrendszer idegei*) osztják.

Hallerstein a tisztán érzékszervi idegektől eltekintve három nagy agyideg csoportot különít el:

1. Branchialis idegek: trigeminus, facialis, glossopharyngeus és vagus.

2. Szemizom idegek: oculomotorius, trochlearis, abducens.

3. Nervus terminalis.

Hallerstein ezen csoportosítását vettem alapul én is, azonban az agyidegek és az agyvelő szoros fejlődési kapcsolatát, valamint az agyidegek egységes áttekintésének a szükségességét szem előtt tartva, azt a módosítást eszközöltem, hogy a tulajdonképpeni érzékszervi idegeket nem az érzékszerveknél, hanem külön csoportként az agyidegeknél fogom ismertetni. Az elmondottak alapján a ponty agyidegeit az alábbi csoportokra osztjuk:

1. Branchialis idegek: n. trigeminus, n. facialis, n. glossopharyngeus és n. vagus.

2. Szemizom idegek: n. oculomotorius, n. trochlearis, n. abducens.

3. Érzékszerv idegek: n. olfactorius, n. opticus, n. statoacusticus és az oldalvonalrendszer idegei.

4. N. terminalis.

A branchialis idegekről általában

A fejlődés folyamán minden branchialis ideg egy-egy branchiomaerben jelenik meg. Ennek következtében a trigeminus az állkapcsi ívhez, a facialis a nyelvcsorti ívhez a glossopharyngeus az első, a vagus az utána következő kopoltyúívekhez tartozik. Valamennyi branchialis ideget a trigeminus bizonyos mértékű kivételezésével egy epibranchialis dúc, a kezdeti gyökér és három ág alkot. A főág, vagy ramus posttrematicus a visceralis rés mögött, a ramus praetrematicus a visceralis rés előtt fut, a ramus pharyngeus dorsalis a kopoltyúkosár tetejéhez tartozik. A három alapvető ágon kívül még egy kisebb ramus dorsalis is előfordul, mely a kopoltyúvektől dorsalisán fekvő bőrbe lép.

A branchialis idegek rostjai élettani tekintetben három félék. A külső bőrt somato-sensibilis, a nyálkahártyákat mirigyeket viscero-sensibilis, az oldalmezekből képződő zsigeri izmokat viscero-motoricus rostok látják el. Somato-motoricus rostokat a branchialis idegekben nem találunk. A rostfészeség karakterét sohasem a beidegzett szerv, hanem az idegek központi magvainak a helyzete szabja meg. (A viscero-sensibilis központ ventralisan fekszik a somato-sensibilistől, stb...) Így válik érthetővé az a jelenség, hogy a fejlődés folyamán somato-sensibilis rostok kerülnek át a viscero-sensibilis rostok által beidegzett területekre. Pl. a trigeminus somato-sensibilis rostjainak eredetileg semmi köze nincs a száj nyálkahártyájához s mégis az Amniotáknál a trigeminus lett a szájnyálkahártya uralkodó idege. De lehet fordítva is, mert pl. a halak bőrében levő oldalvonal érzékszerveket a külső bőrre kiterjedő viscero-sensibilis rostok idegzik be. Ezek Kappers szerint vagy a somato-sensibilis rostokhoz kapcsu-

lódni, vagy a branchialis rendszerből kilépve önálló ideget (N. lateralis Weberi) alkotnak.

Ha az egyes idegágak feladatát vizsgáljuk, általában azt állapíthatjuk meg, hogy a ramus posttrematicus és a ramus pharyngeus dorsalis kizárólag viscerosensibilis elemeket tartalmaz. A ramus dorsalisban csak somato-sensibilis rostok futnak.

A branchialis idegek sokféle összeköttetést alkotnak egymással. Ez az autonóm idegrendszer összekötő ágainak a közvetítésével, az oldalvonalrendszer révén, a dúccok összeolvadásával és periferikus anastomosisok útján valósulhat meg. A pontynál valamennyi összeköttetési formát megtaláljuk, melyeket az egyes idegeknél ismertetni fogunk.

Minden branchiomaer idegnek annyi epibranchialis dúca van, ahány kopolyútvé kezdeményhez tartozik eredetileg. A pontynál ennek értelmében egy glossopharygeus és négy vagus dúcot találunk. Egészen apró dúcai vannak a ramus dorsalisoknak, melyeket kicsinyességük ellenére is már több állatnál kimutattak. A pony ramus dorsalisainak a dúcait még nem vizsgáltuk.

A branchialis idegeket helyzetük szerint prooticus és metaoticus csoportra osztjuk. A prooticus idegek a labyrinthustól rostralisán, a metaoticus idegek a labyrinthus magasságában, ill. a labyrinthustól caudalisán lépnek ki a koponyaüregből.

Prooticus idegek

Nervus trigeminus

A nervus trigeminus dúca (*ganglion trigemini*) a nyúltagy rostralis részének a két oldalán a nervus facialis és a laterális rendszer dúcaival együtt csak szövettani metszetsorozatban kibogozható dúcokomplexumot alkot. — Ennek részletes felbontogozása munkaprogramom következő feladatai közé tartozik. — A dúcból két trigeminus törzs indul ki, amelyek két helyen és két formában hagyják el a koponyaüreget. A *truncus infraorbitalis nervi trigemini* a prooticum és az alisphenoideum synchronosisa mellett a rostralis irányban néző foramen nervi trigemini keresztül lép ki a koponyából a *truncus supraorbitalis* főága a dúctól dorsalis irányba hajlik s az orbita fölött a rostrum felé húzódik.

A jóval erősebb és vastagabb *truncus infraorbitalis*, miután elhagyta a foramen nervi trigeminit az orbita alja felé halad, ahol a *nervus mandibularis-ra* és a *nervus maxillaris-ra* oszlik. A *nervus mandibularis* a rágizmok között, a pterigoideumok fölött, a dentale felé húzódik. A dentale belső oldalán egy külső *ramus mandibularis externusra* és egy belső *ramus mandibularis internusra* hasad szét. A külső, vagy alsó vékonyabb ág a dentale alsó élet beborító bőrben apró ágakra oszlik. Ezek közül egyesek elérhetik a bajusz területét is, azonban a bajusz főidegei nem innen származnak,

mint ahogyan ezt v. Hallerstein ismertette. A bajuszt, amint látni fogjuk a nervus maxillaris V. idegzi be. A nervus mandibularis belső vastagabb ága belép a canalis dentalisba és a foramen dentale externumon keresztül a dentale külső felszínére jut. Ez az alsó ajak idege. A pontynál azonban a nervus mandibularis internus sem vesz részt az alsó bajusz idegellátásában. Az irodalomnak az összes csontos halakra vonatkozó általánosítását ilyen értelemben korrigálni kell.

A n. mandibularis internus V. rostjai a szájüreg alatt közös fonadékot alkotnak a ramus mandibularis VII. rostjaival, s így tőlük viscerosensibilis és lateralis rostokat kapnak. A viscerosensibilis rostok a szájnyálkahártya idegei lesznek, a laterális rostok pedig a mandibularis csatorna oldalvonal szerveiről gondoskodnak.

A nervus mandibularis fejlődéstani tekintetben a trigeminus ramus posttrematicusának felel meg.

A trigeminus másik erős ága a tisztán sensibilis rostokat tartalmazó nervus maxillaris V. Ez az ideg hosszú úton át párhuzamosan halad az alatta futó nervus palatinus VII-el a rostrum felé, s az os maxillare felső vége mögött a két ideg összeolvad. Az anastomosis utáni kevert idegek áthúzódnak a maxilla és a praemaxilla közötti részen és hamarosan kettéágaznak. Az egyik ág a felső ajak bőrét látja el idegekkel, a másik tekintélyesebb vastagságú ág pedig egyenesen a bajuszba fut. A pontynál tehát a bajusz erős idegtörzsei a nervus maxillaris V. és a nervus palatinus VII. rostjaiból épülnek fel.

Ismeretes, hogy a pontynak sajátágosan kinyújtható és visszahúzható száj-ormány készüléke van. A száj-ormány készülék legrostralisabb részében szintén a nervus maxillaris V. és a nervus palatinus VII. idegágait találjuk. Mellettük azonban az alább tárgyalandó truncus supraorbitalis is részt vesz e terület idegellátásában.

A nervus maxillaris a trigeminus praetrematicus ága.

A ponty truncus supraorbitalisát két ideg építi fel. Alaptömegét a saját dúccal (*ganglion ophthalmicum trigemini*) rendelkező nervus ophthalmicus profundus alkotja, amelyhez a truncus infraorbitalis dorsalis ágának megfelelő nervus ophthalmicus superficialis V. kapcsolódik. — A truncus supraorbitalis a rostrum dorsalis részeihez húzódik, s amint fentebb említettük a nervus maxillaris V-el és nervus palatinus VII-el együtt a száj-ormány készülék idegellátását biztosítja.

A nervus ophthalmicus profundus és a nervus oculomotorius

rius között szoros kapcsolat alakult ki. A két ideg közös dúca a *ganglion ciliare*, amely a pontynál eléggé kicsi és a szemizmok közé van beágyazva.

Nervus facialis

A *nervus facialis* ramus posttrematicusának a *nervus hyomandibularis* felel meg, a ramus praetrematicust és a ramus pharyngeus dorsalist a *nervus palatinus VII.* egyesíti magába.

A trigeminus-facialis dúckomplexumból kiváló *nervus hyomandibularis* prooticum foramen facialején keresztül hagyja el a koponyaüreget. Rövid út után a hyomandibulare medialis felszínén belép a canalis hyomandibularisba, s abban halad a hyomandibulare alsó része felé. A hyomandibulare külső részén nyíló, tág résen át kilépő ideg hamarosan két ágra oszlik. Hátsó ága a *ramus hyoideus*, elülső ága a *ramus mandibularis internus VII.* A ramus hyoideus a praeoperculum medialis felszíne alatt a radii branchiostegii-k felé halad. A kopolyúsugarak felületén számos ágra esik szét és belesugárzik a nyelvcsonti izmokba. A ramus hyoideusban a motoricus rostok mellett nagyszámú somato-sensibilis rost is fut, melyek a nervus trigeminusból származnak. A ramus hyoideus főfeladatát tekintve, a nervus mandibularis motoricus idegeit szállítja.

A *ramus mandibularis internus VII.* miután elvált a ramus hyoideustól áthalad a symplecticum és a quadratum belső felületén, azután medialisán elhúzódik az állkapocs-ízület fölött, majd a dentale belső oldalán szoros kapcsolatba kerül a ramus mandibularis V-el. Az alsó állkapocs oldalvonalrendszeréhez tartozó idegek a ramus mandibularissal jutnak el a dentalehoz, melyből a ventralisan nyíló *pori canalis mandibulae lineae lateralisokon* keresztül kilépve az oldalvonal receptorait alkotják.

A ponty *nervus palatinus* ával kapcsolatos vizsgálataim nagyon sok tekintetben nem egyeznek a csontos-halakra vonatkozóan eddig általánosan közölt adatokkal. Nem tartom helyesnek azt az általánosítást, melyet Haller v. Hallerstein a *Gadus-ról* közölt ábra alapján (Bolk: Handbuch der vergl. Anat. der Wirbeltiere p. 639) is alá támaszt, hogy ti. „a csontos-halak” *nervus palatinus*a a koponyán kívül, az egyesült trigeminus-facialis törzsön ered. A rajz alapján úgy tűnik, hogy a trigeminus két ága, a facialis hyoid ága és a *nervus palatinus VII.* is egy közös nyíláson keresztül lépnek ki a koponyából. — A pontynál más a helyzet. A prooticum belső falán lévő közös kamrából, mely a trigeminus-faciális dúccokat

foglalja magában, egészen különálló lyukakon haladnak át a facialis és a trigeminus különböző ágai. A prooticum horizontális lemezének a lateralis szélén van a ramus palatinus VII. kivezető nyílása, amelyen keresztül a ramus palatinus belép a myodomba, s azután a *fenestra prootico-sphenoidalis* mögött elhaladva betér a parasphenoideum hosszanti barázdájába. Ebben izmok és kötőszövetek által eldugva halad végig az orbita alsó részén, majd az *ethmoidale laterale* oldalán és az *os maxillare* medialis felszíne alatt, a nervus palatinus VII. és a nervus maxillaris V. összefonódnak egymással. A nervus palatinus VII. nagyobb része a nervus maxillarisból származó rostokkal együtt tekintélyes vastagságú ideggé egyesül, s a nagy bajuszba fut. A többi rostjai ugyancsak a nervus maxillaris V. rostjaival közösen, a szájpadrás nyálkahártyáját, a rostrum csúcsát és a felső ajak bőrét látják el idegekkel.

Metaoticus idegek

Nervus glossopharyngeus

A prooticum caudalis részén nyíló *canalis glossopharyngicus* keresztül önállóan lép ki a koponyából. Rostro-ventralsan húzódik a kopolyúívek fölött előre, s nagyobb pontyoknál kb. 1,5 cm út után, az első kopolyúív fölött találjuk rajta a dúcot. A dúc jól kivehető, tetemes duzzanat az egységes glossopharyngeus törzsön. Az ideggyökér tömege kisebb, mint a dúc utáni ágak tömege együttesen. Ennek valószínűleg az az oka, hogy a dúc összekötő ágakat kap a sympathicustól. Azonban gondolatom szerint felelhető az is, hogy a *postganglionalis* rostok vastagabbak, mint a *praeganglionalis*ak. Ezt a szövettani feldolgozás fogja eldönteni. A branchialis idegekre jellemző három ideggaggal szemben az irodalmi adatok a glossopharyngeusnak csak két ágát, éspedig a *ramus posttrematucust* és a *ramus pharyngeus dorsalis*t említik. Haller v. Hallerstein szerint a *ramus praetrematicus* hiányzik.

A pontyon végzett vizsgálataim ennek az utóbbi nézetnek ellentmondanak. Itt ugyanis a glossopharyngeus dúcból 3 kb. egyforma vastagságú, jól fejlett idegtörzs válik ki. A caudalis fekvésű kétségtől a *ramus posttrematicus*. Ez az I. kopolyúív ventralis felületén található vályúszerű árok elülső szélén, a kopolyúílemez alatt, párhuzamosan fut a véredényekkel s rostalisan a „nyelv” csúcsának a nyálkahártyájába sugárzik bele.

A dúcból kiinduló felső ág, mintegy 1,5 cm után ecetszerűen felrostolódva, a garat felső falának a nyálkahártyájában

alkot dús hálózatot. Ez a *glossopharyngeus ramus pharyngeus dorsalis*.

A fent leírt két ág között egy harmadik, ezekkel egyenlő vastagságú ág a hyomandibulare alá bújik, s alatta az interoperculum felé húzódik, anélkül, hogy a garat nyálkahártyájába lényegesebb ágakat bocsátana. Az a véleményem, hogy ezt az ideget helyzete alapján, a *glossopharyngeus* önálló *ramus praetrematicus*ának lehet tartani.

Nervus vagus

Míg a *glossopharyngeus* un. „monomaer” ideg, addig a *vagus* több *branchiomaer*hez, ill. több fejszelvényhez tartozik. Jogosan nevezik a vagust *nervus branchio-intestinalis*nak is, mivel két fontos része van, nevezetesen a *ramus branchialis* és a *ramus intestinalis*.

Ramus branchialis vagi

A *branchialis* ágak száma mindig a kopolyúívek számától függ. Ennek értelmében a ponty vagusának 4 *branchialis* ága van.

A *vagus* összes idegtörzse egységesnek látszó, nagy lapos gyökérrel indul ki a nyúltagy alsó lebenyéből (*lobus viscerosensibilis IX—X.*). Az egészen rövid *vagus* gyökér az os occipitale laterale haránt ovális nagy nyílásán (*foramen nervi vagi*) hagyja el a koponyaüreget. Ezután négy ágra különül, s közvetlenül a *foramen vagi* alatt, a kopolyúívek *epi-* és *pharyngo-branchialéi* fölött dúcokat alkot. A ponty vagusdúcai nem mutatják azt a nagy tömörülést, és nem képeznek „egységet”, mint ahogyan azt több szerző a csontoshalakra vonatkozóan általánosítva leírta. A pontynak mind a négy *branchialis* dúca jól elkülöníthető egymástól, csupán a negyedik *branchialis* dúc és a *ganglion intestinale* kapcsolata bensőséges. Különösen az I. (*rostralis*) dúc „függetleníti” magát, mely hosszú gyökéren, jóval a II. dúc előtt, közvetlenül a *glossopharyngeus* dúc mögött található.

A meglehetősen vékony *dorsalis* bőr ágaktól eltekintve, a *vagus branchialis* ágai megközelítően azonos alapterv szerint vannak felépítve.

A *ramus pharyngeus*ok a dúcok mediális felszínéről, az *opharyngobranchiale* ovális nyílásán át, függőlegesen fúródnak bele a garat falába, ahol igen dús, valóságos lófarokszerű, felrostozódott idegfonadékot képeznek.

A *ramus praetrematicus*ok mindig azokon a kopoltyúíveken található, amelyekhez a dúcaik tartoznak. Elülső águk a kopoltyúív rostralis felületén, hátulsó águk a kopoltyúív caudalis felületén fut. Az utóbbi anastomizál a *ramus posttrematicus* *ramus anteriorjával*. A *ramus praetrematicus*ok a kopoltyúívek nyálkahártyája alatt haladnak, s a nyelv hátsó részéhez szállítanak viscerosensibilis rostokat.

A *ramus posttrematicus*ok dúc utáni törzsei kb. olyan vastagok, mint a *ramus praetrematicus*ok. Jellemző rájuk, hogy mindig egy a dúctól hátrább fekvő kopoltyúívhez futnak. Az I. kopoltyúív r. *posttrematicusa* a n. *glossopharingeusból*, a II. ívé az első vagus dúc r. *posttrematicusából*, a III. ívé a második dúc r. *posttrematicusából*, a IV. ívé a harmadik dúc r. *posttrematicusából* származik. A *posttrematicus* ágak a kopoltyúív felső végén egy *ramus posttrematicus posteriorra* és egy *ramus posttrematicus anteriorra* válnak szét. A motoricus elemeket tartalmazó hátsó ágak a kopoltyúívek hátsó szélén, a tisztán sensibilis ágak a kopoltyúívek elülső szélén futnak, a nyálkahártya által betakarva. A kopoltyúívekkel együtt a test ventralis oldalára hajólnak s a kopoltyúkészülék alatt a garat, i. e. a nyelv nyálkahártyájába, valamint a nyelv és a szájüreg aljának az izomzatába küldik rostjaikat.

Ramus intestinalis vagi

A *ramus intestinalis* és a branchialis vagus ágak viszonyára vonatkozóan, az irodalomban három álláspont alakult ki. — Gegenbaur szerint a *ramus intestinalis* a kopoltyúívek redukciója után, a branchialis idegekből keletkezett. Lubosch önálló képződménynek tartja, amely secundaer úton került a branchialis vagussal szoros kapcsolatba. A harmadik nézet képviselői egy „ösvágus“-t tételeznek fel, amiből részben a kopoltyúikosár idegei, részben a bélcsatorna elülső szakaszának az idegei differenciálódtak. — A ponty *ramus intestinalis*ának a vizsgálata alapján én a Gegenbaur elméletét tartom helyesnek. A *ramus intestinalis* ugyanis a branchialis ágakkal a legszorosabb topográfiai kapcsolatban van, hasonló a szerkezeti felépítése és elülső részei funkcionális tekintetben is megegyeznek a branchialis idegekkel. Tulajdonképpen az V. kopoltyúív átalakult idegének lehet tartani.

A ponty *ramus intestinalis*a a branchialis idegekkel együtt hagyja el a koponyaüreget. Függőlegesen megnyúlt dúca, az V. kopoltyúív fölött szorosan hozzásimúl a IV. branchialis dúchoz. A dúcból kilépő szertart *intestinalis* törzs, a branchialis idegek

elágazásának a magasságában három ágra: *ramus pharyngeus*, *ramus cardiacus*ra és *ramus gastricus*ra osztódik. — A *ramus pharyngeus* az V. kopoltyúív mögött számos vékonyabb ágra hasad, amelyek a garatfal szűkítő izmait (*Musculus constriCTOR pharyngis*), valamint a garat nyálkahártyáját látják el viscerosensibilis és secretoricus idegekkel. A valamivel vékonyabb *ramus cardiacus*, izmok közé ágyazva, a garatcsont ívét követi, s a szívüreg felé húzódik, ahol belesugárzik a szívburrokba. A *ramus inestinalis* legvastagabb ága a caudalis irányba tartó *ramus gastricus*. Ez a nyelőcsőhöz fut, s azzal együtt a gyomorig követhető. Viscero-sensibilis, visceromotoricus és secretoricus idegrostokat tartalmaz.

Összefoglalás

A dolgozat egy gazdaságilag jelentős hal szervezetének és életfolyamatainak minél alaposabb megismerését szolgálja. Emellett az összehasonlító anatómiának is több hézagpótló adatot nyújt. Ezek igazolják annak a fölfogásnak a helyességét, hogy az összehasonlító anatómia és a filogenetika számára még sok állat részletes anatómiai, s különösen ideganatómiai feldolgozása szükséges.

1. A ponty szájjormány-készülékén található tapogató szerveket, a két bajuszt, nem a nervus mandibularis, hanem a nervus maxillaris V. és a nervus palatinus VII. látja el idegekkel.

2. A ponty nervus palatinusa a csontoshalakról közölt „általános” viszonyokkal ellentétben, önállóan ered a dúcplexumból, s a koponyaüreget nem a facialis ill. a trigeminus ágakkal együtt, hanem külön, saját nyílásán át hagyja el.

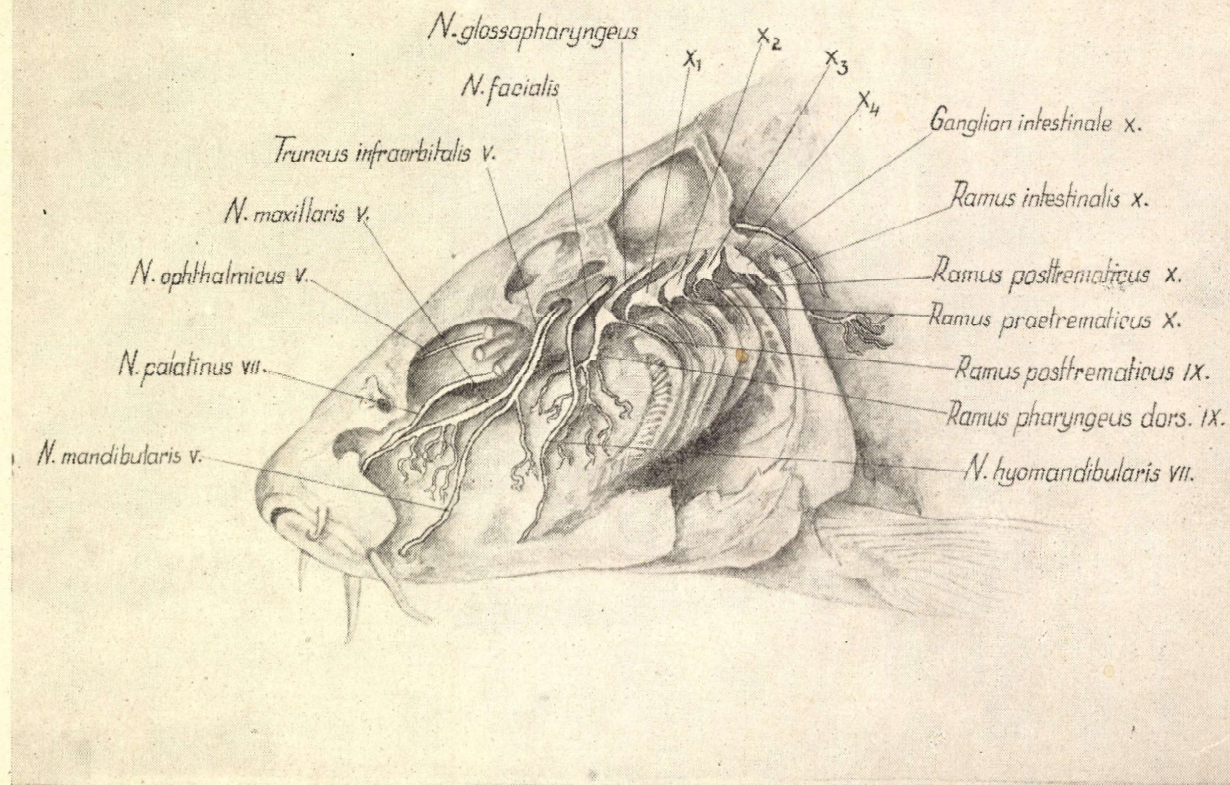
3. A csontoshalaknál csak két glossopharyngeus ágat említi az irodalom. A ponty glossopharyngeus dúcából azonban 3 jól fejlett, kb. egyforma vastagságú idegtörzs indul ki. Az a véleményem, hogy a középső ágat a glossopharyngeus önálló ramus praetreniaticusának lehet tartani.

IRODALOM

1. Bende S.: Das Kopfskelett des Cyprinus carpio. Hung. Acta Biol. 1. 1949.

2. Bende S.: A ponty agyvelejének makroszkopos anatómiája. Állattani Közl. XLV. 3—4. 1956.

3. Bischoff, E. P. E.: Mikroskop. Analyse d. Anastomosen d. Kopfnerven. München, 1865.
4. Bolk, J. & Lubosch, W.: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere 2. Berlin—Wien 1934.
5. Bronn: Klassen und Ordnungen des Tierreichs 1933.
6. Goronowitsch, N.: Der Trigemini-Facialis-Komplex von *Lota vulgaris*. Festschrift zum 70. Geb. von C. Gegenbauer 3. 1897.
7. Goronowitsch, N.: Gehirn u. d. Cranialnerven v. *Acipenser ruthenus*. Morph. Jb. 13. 1888.
8. Haller, B.: Ursprung d. Vagusgruppe b. d. Teleostier. Festschrift zum Geb. von C. Gegenbauer 3. 1897.
9. Johnston, J. B.: Gehirn u. Cranialnerven d. Anamnier. Anat. H. II. 1901.
10. Kükenthal: Handbuch der Zoologie. Berlin u. Leipzig 1923.
11. Lubosch, W.: Die Kaumuskeln der Teleostier. Morph. Jb. 61. 1929.
12. Plate, L.: Allg. Zool. u. Abstammungslehre I, II, Jena 1922, 1924.
13. Sewertzoff, A. N.: Die Kiemenbogenerven der Fische. Anat. Anz. 38. 1911.
14. Velt, O.: Grundsätzliches zum Bau des Nervensystems des Wirbeltiere, Zschr. wiss. Zool., 1928.



Agyidegek a bőr, a felületes fekvésű fejjizmok, az orbitalia-k, a szemgolyó, a hyomandibulare és az operculum eltávolítása után. *X₁*; *X₂*; *X₃*; *X₄* — vagus ducok